

# *dossier*

## Ciudades y contaminación ambiental



Archivo, Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional (SUR).  
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Universidad de los Andes.

**JUAN MAYR MALDONADO**

EDITOR INVITADO

AMBIENTALISTA, EX MINISTRO DEL MEDIO AMBIENTE. BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

juanmayrn@yahoo.com ✉

**INTRODUCCIÓN**

El presente *Dossier* aborda una de las problemáticas más complejas de nuestros tiempos. En 2007, por primera vez en la historia de la humanidad, la concentración de población mundial asentada en centro urbanos superó la cifra del 50%; porcentaje que muestra una acelerada dinámica de este fenómeno si se compara con los datos de 1970 y 1990, cuando la población rural a nivel mundial era de un 57.4% y un 62.9% respectivamente. Esta dinámica de movilidad poblacional de lo rural hacia lo urbano se ha dado en un periodo de tiempo relativamente corto y su gran velocidad plantea nuevos desafíos en diferentes materias; una de ellas, los procesos de contaminación producida por la actividad humana y los sistemas productivos en los centros urbanos, situación que tiene especial afectación en la calidad de vida de los ciudadanos y del medio ambiente en general. Éste es el tema del cual trata el presente *Dossier*.

**DESARROLLO Y CRECIMIENTO URBANO**

La concentración de la población en centros urbanos no es algo nuevo y se remonta a los inicios de las antiguas civilizaciones: la ciudad de Ur en Mesopotamia, Luxor en la Antigua Egipto, posteriormente las ciudades-estado griegas y, más tarde, Roma, entre muchos otros casos. Sin embargo, no sería sino a partir de la era industrial que el crecimiento de esta concentración tuvo un cambio radical y se hizo más evidente. Centros industriales tales como Cleveland, Detroit o Pittsburgh, Liverpool y Glasgow o Dortmund, Essen y Turín se constituyeron en ejes de esta transformación, dado que atraían grandes cantidades de población como fuerza laboral y forjaron así nuevos desarrollos urbanos. La transformación de los espacios naturales en espacios humanos construidos para los objetivos productivos demandó una infraestructura de servicios de vivienda, transporte, suministro de alimentos, materias primas y agua, generación y distribución de energía, y disposición de residuos tanto industriales como residenciales. Como es natural, muchos de estos procesos se constituyeron y seguirán constituyéndose en importantes fuentes de contaminación y afectación de los ecosistemas y la atmósfera. En la actualidad, la mayoría de centros urbanos concentra gran proporción de las actividades industriales y productivas, y en ellos se genera un alto porcentaje del PIB de muchos países. En el caso de China, ejemplo de rápido crecimiento económico, mundo se localizan 16 de las 20 ciudades más contaminadas. Los desafíos en este campo son inmensos, más cuando la dinámica de crecimiento poblacional y concentración urbana es una realidad creciente, tal como lo evidencian las cifras. Según estimativos del programa “Habitat” de Naciones Unidas, para 2030 cerca de un 60% de la población mundial estará concentrada en centros urbanos.

## UN GRAN DESAFÍO PARA LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

Hasta hace unas décadas, los altos niveles de población urbana estuvieron concentrados en los países desarrollados. Para 1990, un 72.6% de su población vivía en ciudades; en tanto que, para los países en vías de desarrollo, esta cifra tan solo alcanzaba un 33.6%, tendencia que se ha revertido de manera dramática. Es así que hoy en día, entre las 21 megaurbes más pobladas del planeta, el 75% se encuentran en países en vías de desarrollo; se trata de megaurbes que albergan a más de 10 millones de habitantes y algunas superan los 20 millones. A su vez la proliferación de ciudades intermedias, con una población de más de 3 millones de habitantes, es enorme. Otro dato de “Hábitat”, que no deja de causar impacto, establece cómo en 2001 el 21% de la población urbana mundial se concentraba en tugurios, cifra que se doblará en las próximas dos décadas. Lo anterior muestra también cómo hoy la pobreza está ligada a muchos centros urbanos.

Las anteriores cifras están sujetas, seguramente, a las transformaciones que se puedan presentar por los futuros impactos de eventos extremos relacionados con el cambio climático global, tal como lo ha identificado el “Panel Intergubernamental de Cambio Climático” de Naciones Unidas. Serán numerosas las poblaciones que se verán desplazadas de sus lugares de origen ante la vulnerabilidad a que se verán sometidas por el aumento en los niveles del mar y otros eventos extremos, tales como huracanes y ciclones, y por las grandes restricciones que tendrán para su abastecimiento de agua. Por lo general, las ciudades receptoras de estas poblaciones están localizadas en los países en vías de desarrollo.

El acelerado crecimiento urbano y los procesos de desarrollo industrial requerirán de medidas especiales de atención y grandes inversiones para contrarrestar los efectos de la contaminación sobre la población, los ecosistemas y el planeta en general. Éste es un tema que estará en gran parte sujeto a una mayor conciencia pública y al desarrollo y la transferencia de tecnologías y de recursos, según se observa en las negociaciones internacionales, pero también al diseño e implementación de políticas, no solo de ordenamiento territorial y desarrollo urbano sino también de control y mitigación de elementos contaminantes.

## LA CONTAMINACIÓN URBANA

El rápido crecimiento de los sistemas urbanos e industriales, como ya se ha mencionado, ha traído consigo diferentes problemas ambientales relacionados con la producción de desechos, la afectación de los ecosistemas acuáticos y terrestres, las numerosas emisiones atmosféricas con sus impactos sobre la calidad del aire y la atmósfera, la acumulación de ruido, la contaminación visual y, más recientemente, la afectación por ondas electromagnéticas.

A nivel urbano, algunos estudios (Sadik, 1991) muestran cómo, en promedio, una ciudad de un millón de habitantes consume diariamente 625.000 mts<sup>3</sup> de agua, 2.000 toneladas de alimentos y 9.500 toneladas de combustible; lo que a su vez genera 500.000 mts<sup>3</sup> de aguas residuales, 2.000 toneladas de desechos sólidos y 950 toneladas de contaminantes atmosféricos; esto sin tomar en cuenta los procesos industriales. El estudio muestra que estas cifras cambian de acuerdo al tipo de ciudad y de cultura. Una persona en Nueva York produce tres veces más desechos que una en Calcuta. Además, según cifras del World Resources Institute en 2009, en la actualidad el 80% de las emisiones a la atmósfera de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), una de las principales fuentes para el calentamiento global, se genera en las ciudades.

Otro aspecto sumamente importante es el efecto que tiene la contaminación sobre la salud humana. Según el Banco Mundial, cerca de mil millones de personas están afectadas por la contaminación tóxica producida por actividades industriales. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación del aire en las ciuda-



Archivo, Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional (SUR). Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Universidad de los Andes.

des produce en la actualidad cerca de un millón de muertes prematuras. Éste es un tema que ha adquirido especial importancia debido a los altos costos en los sistemas de salud y la productividad laboral.

A nivel urbano, los efectos de las concentraciones de contaminantes en el aire —producto especialmente de la combustión de combustibles fósiles, tanto en la generación de energía como en la combustión de los automotores, y de otros materiales orgánicos— muestran cómo los gases de óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) tienen una relación directa con las afecciones respiratorias y las tasas de hospitalización; algo similar sucede con el anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>). Otro gran problema se presenta a nivel intradomiciliario, puesto que los gases que emanan las fuentes de energía doméstica se constituyen igualmente en una fuente de afectación a la salud humana.

La contaminación hídrica, no solo de las aguas frescas sino también de los océanos, es otro de los grandes impactos que generan los centros urbanos, tanto por los vertimientos industriales como por los domésticos. Según el “Global Environmental Outlook 4”, publicado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 2007, la actividad humana ha puesto una gran presión sobre el medio ambiente, lo que ha causado un cambio climático que altera e intensifica el uso del agua, destruye y contamina los ecosistemas acuáticos y sobreexplota los recursos pesqueros. A pesar de que el desempeño de las ciudades en el tratamiento de sus aguas residuales ha mejorado notablemente en los últimos veinte años, se estima que 2.600 millones de personas carecen de sistemas sanitarios y que muchos de los afluentes domésticos e industriales descargan sus aguas contaminadas directamente a ríos y quebradas. El ciclo del agua a nivel global se ha visto severamente afectado por las actividades humanas; así lo evidencia el deterioro de los ecosistemas asociados a los recursos hídricos y el estado de sus condiciones físicas, lo cual tiene un severo impacto sobre la salud humana. En 2008, la OMS estimó que en los países en vías de desarrollo mueren 3 millones de personas anualmente por enfermedades relacionadas con la calidad del agua. El reciente informe de Naciones Unidas “Agua en un Mundo Cambiante”, publicado por la UNESCO en 2009, reconoce muchas de estas amenazas y plantea un panorama de crisis y conflicto de no tomarse las medidas del caso.



Archivo, Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional (SUR). Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Universidad de los Andes.

Otro de los tipos de contaminación urbana que ha empezado a ser estudiado, por sus impactos sobre la salud humana y la calidad de vida urbana, tiene que ver con el ruido, especialmente aquél producido por fuentes móviles, puesto que en términos cuantitativos son los automotores los que más ruido producen en las ciudades; a este fenómeno se suman las fuentes fijas, como fábricas o construcciones. También está la contaminación visual y más recientemente la contaminación por frecuencia de campos electromagnéticos en el ambiente urbano, particularmente aquéllos producidos por las antenas para la telefonía celular.

#### TRATAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad existen más de 300 tratados y acuerdos internacionales, algunos de carácter global y otros bilaterales, relacionados con la protección del medio ambiente. Algunos tratan y regulan aspectos relacionados con la contaminación de sustancias peligrosas, otros sobre el clima y la protección de la capa de ozono, la contaminación hídrica, la protección de los ecosistemas y la biodiversidad, la protección de la salud de los trabajadores en ambientes de trabajo, etc. Además de estos acuerdos, jurídicamente vinculantes, se han puesto en práctica otra serie de instrumentos complementarios de carácter voluntario. Es el caso del “Global Compact” de Naciones Unidas, suscrito en la actualidad por numerosas empresas a nivel mundial, por medio del cual el sector empresarial se compromete con una serie de prácticas e incorpora dentro de los objetivos de sus empresas principios universales relacionados con la protección del medio ambiente y la producción más limpia, los Derechos Humanos, las normas laborales y la lucha contra la corrupción.

Todos estos tratados y acuerdos voluntarios responden no solo a la creciente presión ciudadana y de ONG’s, sino también a la información arrojada por los estudios e investigaciones científicas realizadas sobre la producción y manejo de elementos contaminantes (industriales, domésticos, entre otros) y a los severos impactos que éstos tienen sobre el mundo natural y la calidad de vida del ser humano. Además, han servido de guía a los países para

el diseño y formulación de sus sistemas legislativos, el establecimiento de normas adecuadas a sus propias condiciones y la creación de la institucionalidad para su aplicación.

Si bien son muchos los avances en este campo, tanto a nivel global como nacional, aún son múltiples los desafíos que enfrenta la humanidad para alcanzar un desarrollo sostenible. Uno de los principales retos estará en lograr una economía cero emisiones.

#### SOBRE EL DOSSIER “CIUDAD Y CONTAMINACIÓN AMBIENTAL”

El presente Dossier consta de ocho artículos relacionados con la gestión y la investigación de la contaminación urbana en Colombia; los paradigmas que han guiado, a veces de manera desacertada, las políticas públicas; y la necesidad de abordar el tema de forma integral. También se hace una reflexión sobre la historia de los desarrollos urbanos en Colombia y los impactos y afectación que éstos han tenido sobre los ecosistemas. De mismo modo, se explica el papel de la ingeniería en la sostenibilidad de las ciudades, además de recomendar una política de ordenamiento territorial urbano.

El artículo “Gestión de la contaminación ambiental: cuestión de corresponsabilidad” es producto del juicioso análisis que hacen Alexander Valencia, Rodrigo Suárez, Alejandra Sánchez, Elmer Cardozo, Marcela Bonilla y César Buitrago, funcionarios del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Este documento recoge la experiencia desarrollada por este Ministerio desde su creación en 1993 respecto la cuantificación de los impactos asociados a la contaminación y la formulación de políticas. Además de identificar los retos que este tema impone a la sociedad por los patrones insostenibles de consumo y producción, y sus impactos en la salud humana y los ecosistemas, plantea que las políticas públicas, para lograr una efectiva aplicación, deben regirse por principios de corresponsabilidad entre los actores institucionales, los sectores productivos y los ciudadanos, dando especial énfasis a la prevención.

Como un interesante complemento al anterior artículo, Carlos Herrera, gerente ambiental de la Asociación Nacional de Industriales -ANDI-, describe en “El sector empresarial y la contaminación urbana en Colombia” cómo la baja calidad ambiental en diversas ciudades requiere de la actualización de las regulaciones y cómo el sector productivo colombiano, consciente de esta situación, ha venido desarrollando estrategias combinadas de prevención y control, extendiendo la gestión ambiental a las cadenas de valor de los productos, no solo a lo largo de sus procesos sino también al final de la vida útil de los productos. Plantea, además, la necesidad de incorporar temas tales como la salud pública, la protección de los ecosistemas y la competitividad, entre otros, para garantizar una gestión ambiental eficiente.

En cuanto a investigaciones relacionadas con la calidad del aire, los procesos de acreditación de los equipos para su medición y los paradigmas que sustentan las decisiones en la construcción de políticas se presentan dos documentos de gran interés:

“Evaluación de la medición de emisiones con fines regulatorios en Colombia: dos estudios de caso” preparado por Néstor Y. Rojas, Freddy Abel Vargas, Andrés Mauricio Rodríguez y Jeremías Gómez, evalúa los métodos de medición de emisiones de contaminantes del aire, a partir del muestreo de emisiones de material particulado en chimeneas, y la medición de opacidad en tubos de escape de motores diesel que es requerido por el Instituto de Investigaciones Ambientales -IDEAM- para la acreditación de los equipos. El estudio concluye que existen serias deficiencias en la capacitación del personal que hace las mediciones y que existe una falta de conocimiento sobre los equipos de medición de opacidad, lo que se traduce en factor que distorsiona el cumplimiento de la norma.

“Restricciones ontológicas en la política de calidad del aire en Bogotá” de Héctor García, no es menos crítico al examinar las políticas de la capital en tres momentos entre 1974 y 2007. García adopta una interesante metodología, desde una perspectiva constructivista, para el análisis de los paradigmas dominantes en la política pública y critica el discurso con el cual ésta ha sido construida. Según el autor, la precaria comprensión del problema le imprime a las políticas un sello que las hace inoperantes y supera los textos de las mismas, pero permite a la tecno-burocracia justificar el cumplimiento de sus obligaciones sin que se logren revertir las situaciones indeseables.

En cuanto al tema de gestión del recurso hídrico, el artículo “Towards a Paradigm Shift in Urbandrainage Management and Modelling in Developing Countries” de Mario Díaz-Granados, Juan Pablo Rodríguez, Manuel S. Rodríguez, Juan Carlos Penagos, Luis A. Camacho, Stefan Achleitner, Čedo Maksimović y Neil McInty, replantea la necesidad de un cambio de paradigma en la forma en que se aborda la identificación y solución a los temas de contaminación, en particular aquéllos referidos al manejo y gestión de los recursos hídricos. En el análisis, a partir de la revisión de una serie de estudios, se plantea la necesidad de que la planificación y las regulaciones en este campo incorporen un trabajo interinstitucional y una visión holística, a partir de diferentes subsistemas relacionados con el abastecimiento, disposición, tratamiento y manejo de aguas lluvias y subterráneas, como parte de un sistema físico integrado; de tal manera que no se continúe aumentando la demanda sobre el recurso hídrico disponible y se ponga en riesgo su calidad.

“Aproximaciones biológicas y fisicoquímicas en el tratamiento de contaminantes: un resumen del aporte de la Universidad de los Andes” de los profesores Jenny Dussan, Martha Vives, Víctor Sarria, Oscar Sánchez, Luis Fernando Delgado, Sebastián Hernández y Andrés Fernando González Barrios, se enfoca en tratamiento de contaminantes y compuestos de difícil degradación tales como fármacos, lodos aceitosos y derivados de las industrias del petróleo, textilera, química y de pesticidas. Así como en las tecnologías basadas en procesos biológicos y de oxidación avanzada para contrarrestar la contaminación en suelos, aire y agua causada por los grandes centros urbanos.

Contaminación auditiva, otro tema de gran interés, es abordado por José Pacheco, Juan Franco y Eduardo Behrentz en el artículo “Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto”, el cual hace una selección de microambientes en cuatro zonas de la capital y de algunos corredores viales para la realización de mediciones de presión sonora. Los resultados de estas mediciones muestran cómo los niveles de ruido superan en un 75% los valores de la norma nacional, incluso en lugares adyacentes a parques y hospitales. El estudio piloto, además, recoge una serie de información sobre los impactos del ruido en la sociedad y sus impactos adversos en la salud humana.

Este *Dossier* cuenta con el artículo “Ciudades nuevas sostenibles en las regiones del Caribe y Orinoquía” del profesor Julio Carrizosa Umaña, decano de los ambientalistas en el país. Carrizosa nos recuerda que los problemas de contaminación urbana, en los actuales momentos que enfrenta nuestro país, no son solo de carácter tecnológico sino que también tienen que ver con las variables geográficas, históricas, cognitivas, sociales, políticas y económicas. Así mismo, señala cómo los problemas técnicos pueden solucionarse más fácilmente que aquéllos generados por una multiplicidad de factores; plantea la necesidad de avanzar hacia una política regional de construcción de nuevas ciudades que permita un uso más racional de la energía, el agua y los suelos, y desestime la concentración de la población en las grandes urbes. Invita a examinar, con particular atención, regiones como la Orinoquía y la costa Caribe, por las oportunidades que éstas ofrecen para construir ciudades no contaminantes y no contaminadoras. A su vez, recuerda el papel que deben cumplir los ingenieros en este tipo de temas.